

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画等 について

資源エネルギー庁

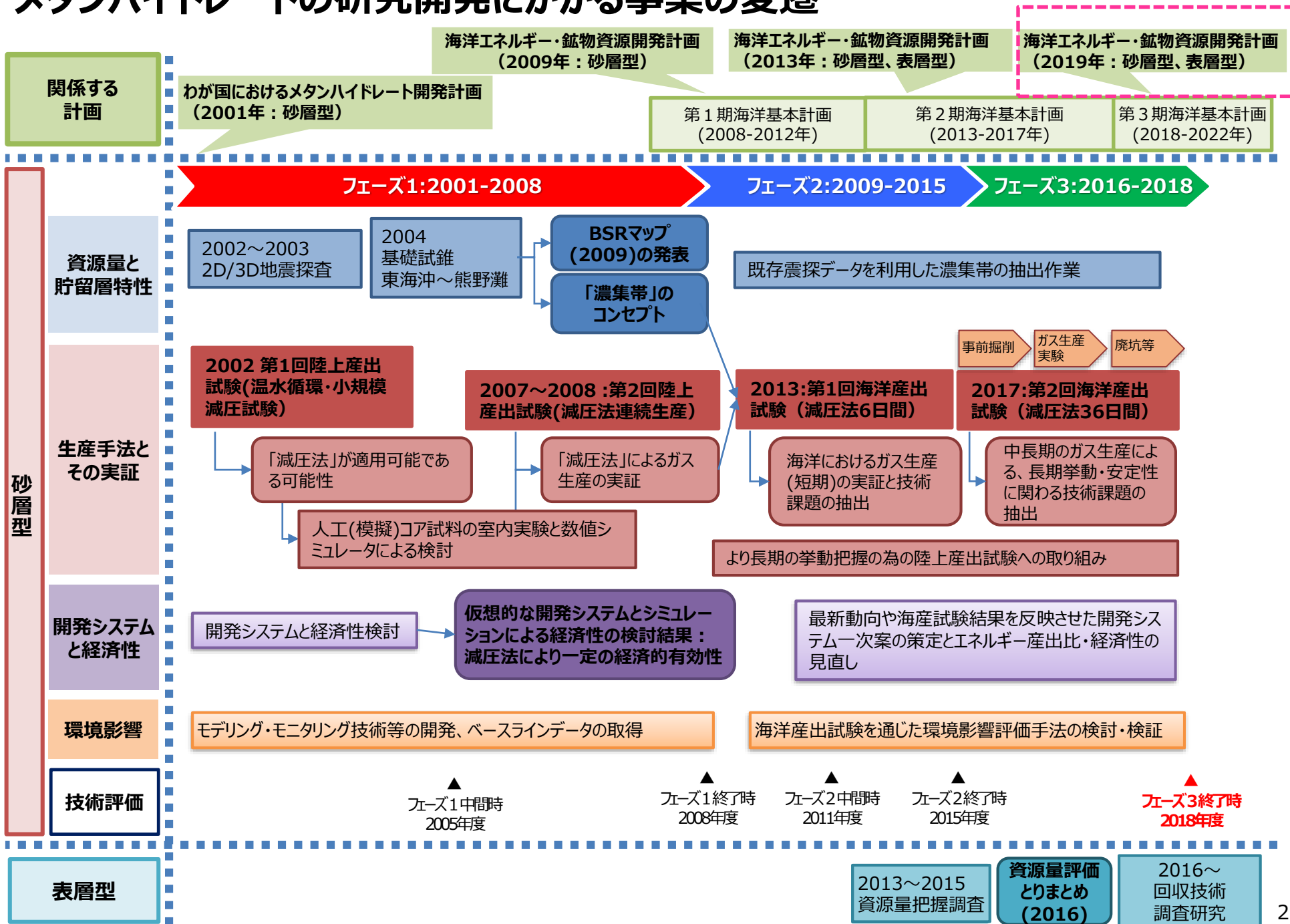
資源・燃料部

石油・天然ガス課

1. 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画について

2. 砂層型メタンハイドレート研究開発 (フェーズ3終了時) プロジェクト中間評価について

メタンハイドレートの研究開発にかかる事業の変遷



メタンハイドレートの開発に関する位置付け

- メタンハイドレートの研究開発は、**第3期海洋基本計画**（平成30年5月閣議決定）や**第5次エネルギー基本計画**（平成30年7月閣議決定）等において、**政府の主要施策の一つとして位置付け**られている。

第3期海洋基本計画における メタンハイドレートの開発に関する記述

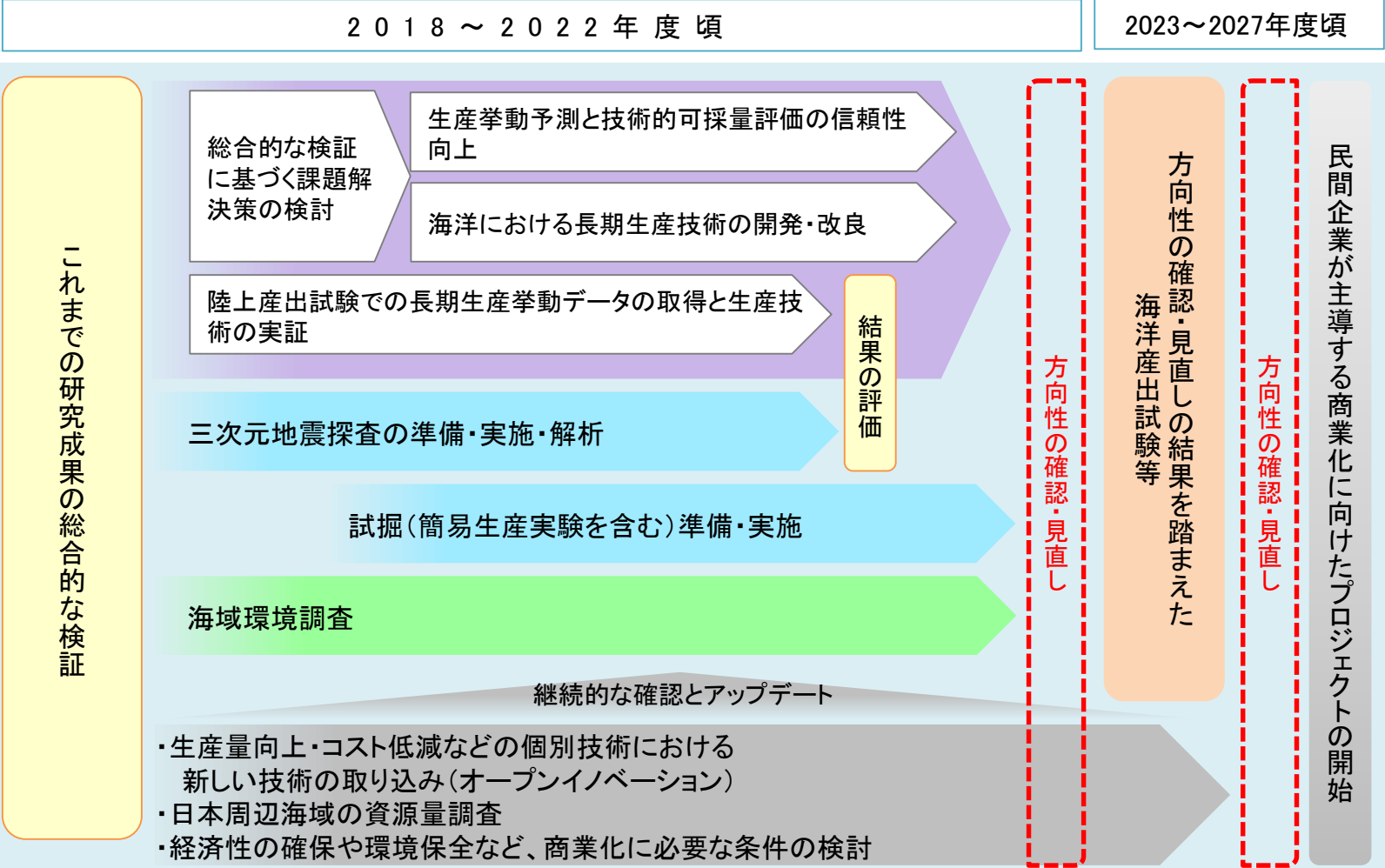


- ◆ 民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが平成30年代後半に開始されることを目指して、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。
- ◆ 具体的な計画等については、従来どおり海洋基本計画に基づき策定された「**海洋エネルギー・鉱物資源開発計画**」を**改定**することにより、明らかにする。
→ **経済産業省は、本計画を平成31年2月15日に改定。**
- ◆ 砂層型メタンハイドレートについては、これまでの研究成果を適切に評価した上で、長期間の安定生産を実現するための生産技術の確立、経済性を担保するための資源量の把握、商業化を睨んだ複数坑井での生産システムの開発等について取り組む。
- ◆ 表層型メタンハイドレートについては、広く技術的な可能性に機会を与え、回収・生産技術の調査研究を引き続き行うとともに、有望な手法が見つかった場合には研究対象を絞り込み、商業化に向けた更なる技術開発を推進する。

砂層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）

- 平成30年代後半に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。



生産技術の開発

- これまでの研究成果の総合的な検証を踏まえ、減圧法を用いた生産技術に関する課題解決策を検討する。
- 生産挙動予測や技術的可採量評価に係る技術の信頼性を向上させるための研究開発を実施する。その取組の一つとして、多くの生産挙動データを低コストで取得できる簡易生産実験手法について検討・開発する。
- 海洋における長期生産技術の確立に向けて、生産阻害要因改善や経済性改善等に関する技術開発、生産システムの改良を実施する。
- 長期生産挙動のデータを得るため、比較的単純な条件の下で、低コストに実現できる陸上での長期産出試験を実施する。陸上産出試験の実施に当たって、長期生産技術の実証とガスの有効利用等についても検討する。

生産技術の開発

総合的な検証に基づく課題解決策の検討

生産挙動予測と技術的可採量評価の信頼性向上

海洋における長期生産技術の開発・改良

陸上産出試験での長期生産挙動データの取得と生産技術の実証

結果の評価

米国アラスカ州での陸上産出試験の実施に向けた試掘調査の様子



(写真) U.S. National Energy Technology Laboratory

有望濃集帯の抽出に向けた海洋調査

- 有望濃集帯の抽出に向けて、三次元地震探査及び解析を実施する。
- これまでの評価を三次元地震探査の解析調査を踏まえて、有望濃集帯の候補から対象を選定し、より詳細な地質データを取得するため、簡易生産試験を含む試掘作業に取り組む。

有望濃集帯の抽出に向けた海洋調査

三次元地震探査の準備・実施・解析

結果の評価

試掘（簡易生産試験を含む）準備・実施

環境影響評価

- 第2回海洋産出試験後の海域環境調査を継続的に実施する。
- なお、次回の海洋産出試験の候補地点が決まった場合には、その地点における事前の海域環境調査も実施する。

環境影響評価

海域環境調査

長期的な取組

- 生産量向上・コスト低減などの個別技術課題について、民間企業・研究機関等の持つ技術とそれらの適用性を調査し、新しい技術の可能性を追求する。その結果、有望な技術が発掘された際は、研究に取り込む。
- 我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存ポテンシャルを把握する観点から、物理探査データを用いて、有望濃集帯候補の抽出と賦存量の推定を実施する。有望濃集帯候補を抽出した際は、より詳細な地質データを取得するための探査・試掘等の調査について検討する。
- 経済性の確保や環境保全など、メタンハイドレートの商業化に必要な条件を継続的に検討する。その条件を踏まえ、研究開発の内容や将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムを柔軟に見直す。

長期的取組

生産量向上・コスト低減などの個別技術における新しい技術の取り組み（オープンイノベーション）

日本周辺海域の資源量調査

経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

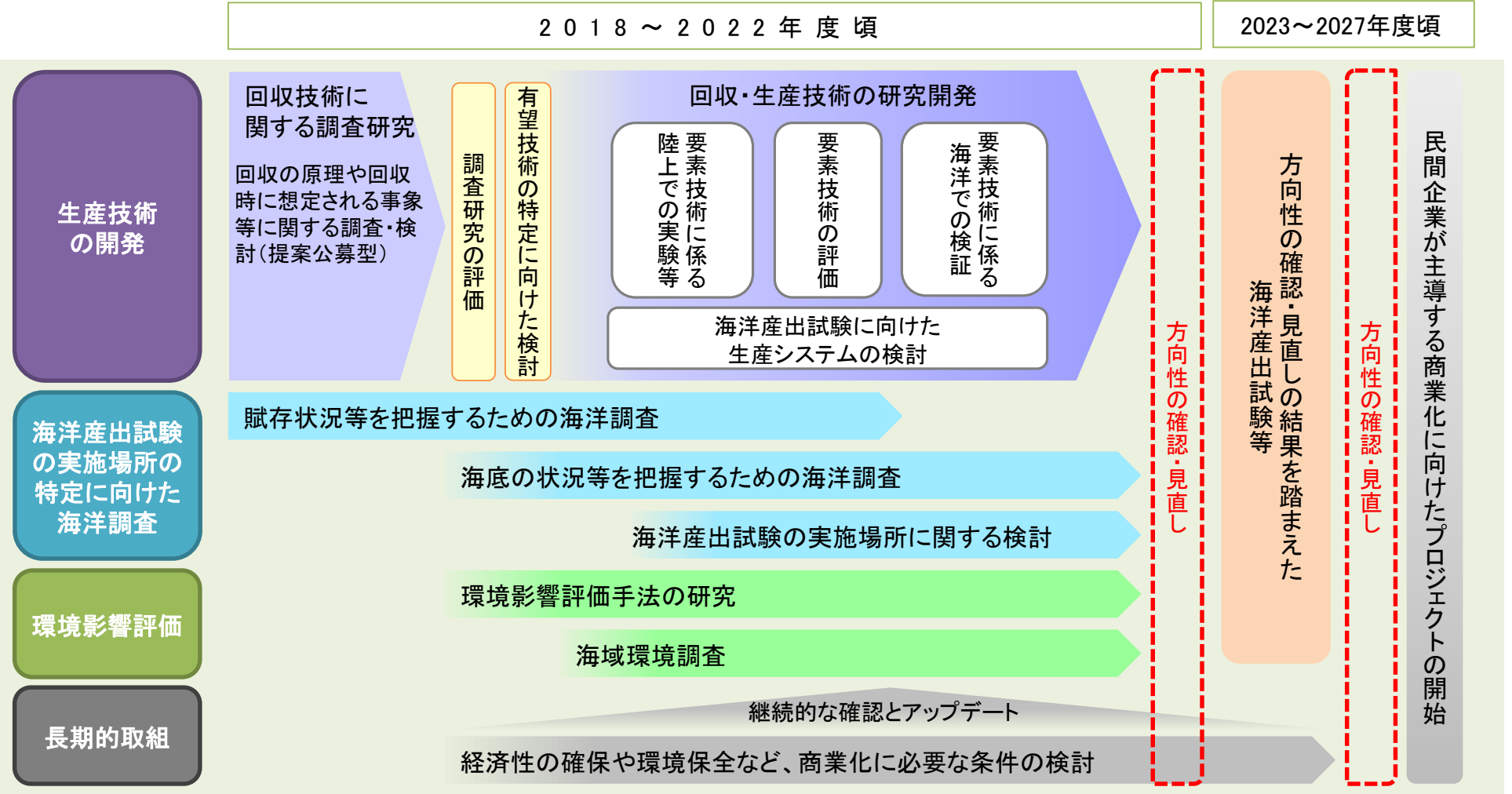
その他

- 研究開発を効率的に進めるため、組織・分野横断的なチームの設置や、民間企業・大学・研究機関の知見を取り込むための専門家の配置など、研究体制を工夫するとともに、他の研究分野との連携を図る。
- また、次のステージに移行する条件を明確にし、その移行期には進捗や成果を検証して、方向性の確認・見直しを行う。
- 砂層型メタンハイドレートに関する研究活動を分かりやすく伝え、効果的な理解増進に資することを目的として、成果の普及・情報公開を推進する。

表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）

- 平成30年代後半に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。

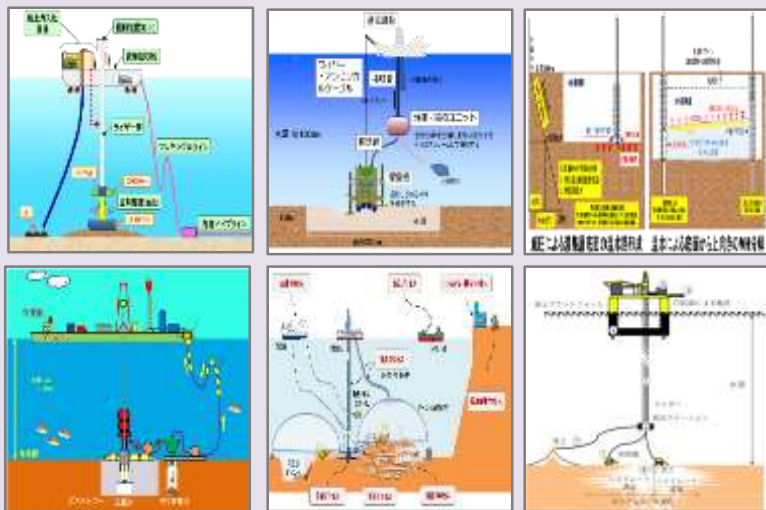


生産技術の開発

- 2016年度から開始した表層型メタンハイドレート回収技術に関する調査研究を引き続き行うとともに、その成果をとりまとめ、評価し、有望技術の特定に向けた検討を行う。
- 上記検討を踏まえ、回収・生産技術の確立に必要な掘削・砂泥分離・揚収に係る要素技術を中心に、陸上での実験やシミュレーションによる解析を行い、その研究成果を評価するとともに、有望な技術については海洋での検証を行う。
- 海洋産出試験に向けて、掘削から運搬までを考慮した生産システムの検討を行う。

回収技術に関する調査研究

6提案の調査研究をとりまとめ



調査研究の評価

有望技術の特定に向けた検討

回収・生産技術の研究開発

要素技術に係る
陸上での実験等

要素技術の評価

要素技術に係る
海洋での検証

海洋産出試験に向けた
生産システムの検討

調査研究段階から研究開発段階へ移行

海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

- 自律型無人潜水機（AUV）を用いた詳細地質調査や高分解能三次元地震探査など、表層型メタンハイドレートの賦存状況を把握するための海洋調査を実施する。
- 回収・生産技術の研究開発に必要な海底の状況（地盤、底層流、海底下のメタンガス、メタンプルーム等）を把握するための海洋調査を実施する。
- これらの調査結果や海洋環境調査の結果を踏まえ、海洋産出試験の実施場所に関する検討を行う。

海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

賦存状況等を把握するための海洋調査

海底の状況等を把握するための海洋調査

海洋産出試験の実施場所に関する検討

環境影響評価

- 砂層型メタンハイドレートや海底熱水鉱床等における環境影響評価に関する研究成果を参考に、表層型メタンハイドレートに適した環境影響評価手法の研究に取り組む。
- 上記の研究の進捗を踏まえ、実海域での水質・底質・生物相に係るベースライン調査等の海域環境調査を実施する。

環境影響評価

環境影響評価手法の研究

海域環境調査

長期的取組

- 経済性の確保や環境保全など、メタンハイドレートの商業化に必要な条件を継続的に検討する。
- その条件を踏まえ、研究開発の内容や将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムを柔軟に見直す。

長期的取組

経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

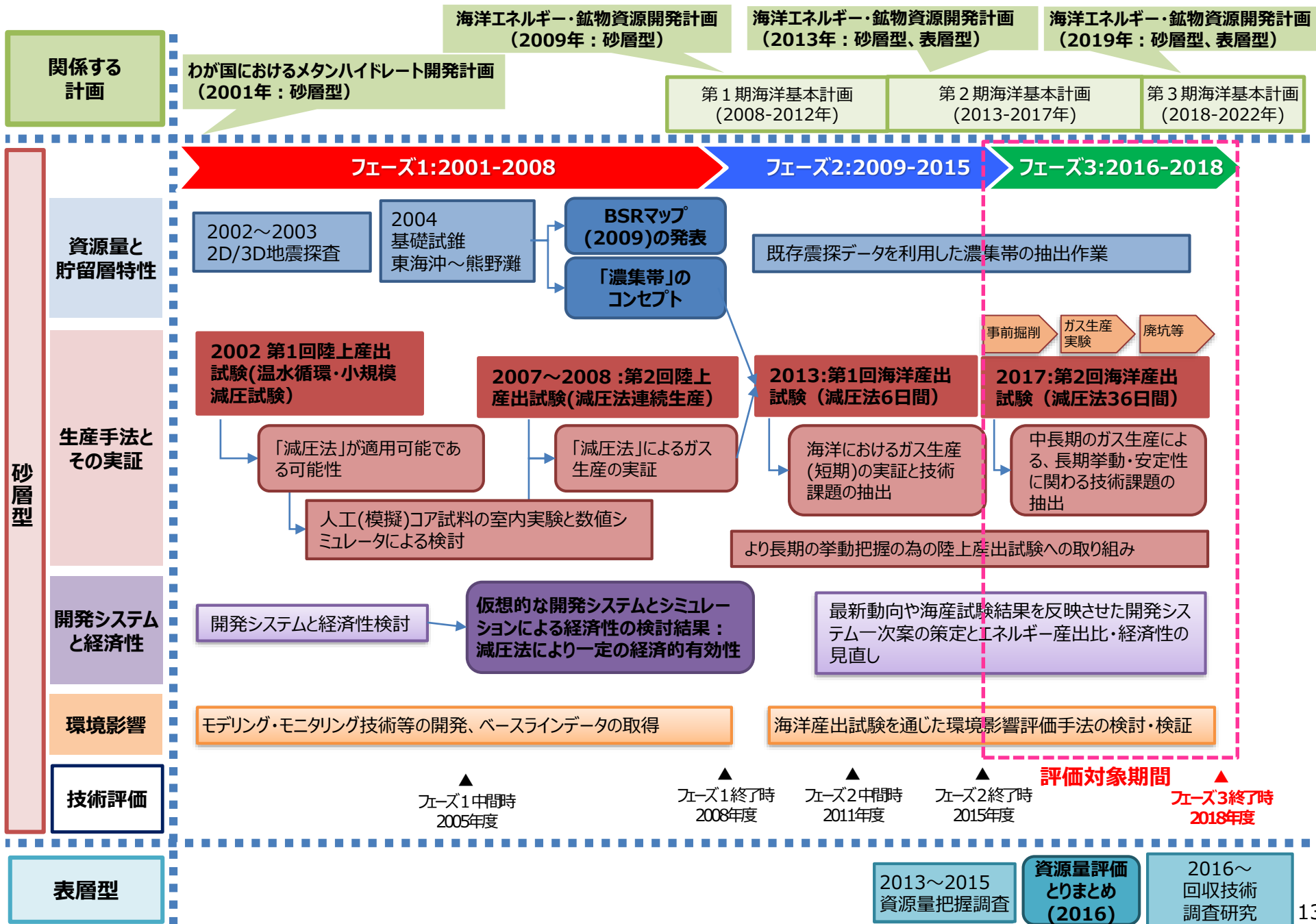
その他

- 回収・生産技術の研究開発の体制や海洋調査データの共有のあり方等について検討する。
- 表層型メタンハイドレートに関する研究活動を分かりやすく伝え、効果的に理解増進に資することを目的として、成果の普及・情報公開を推進する。

1. 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画について

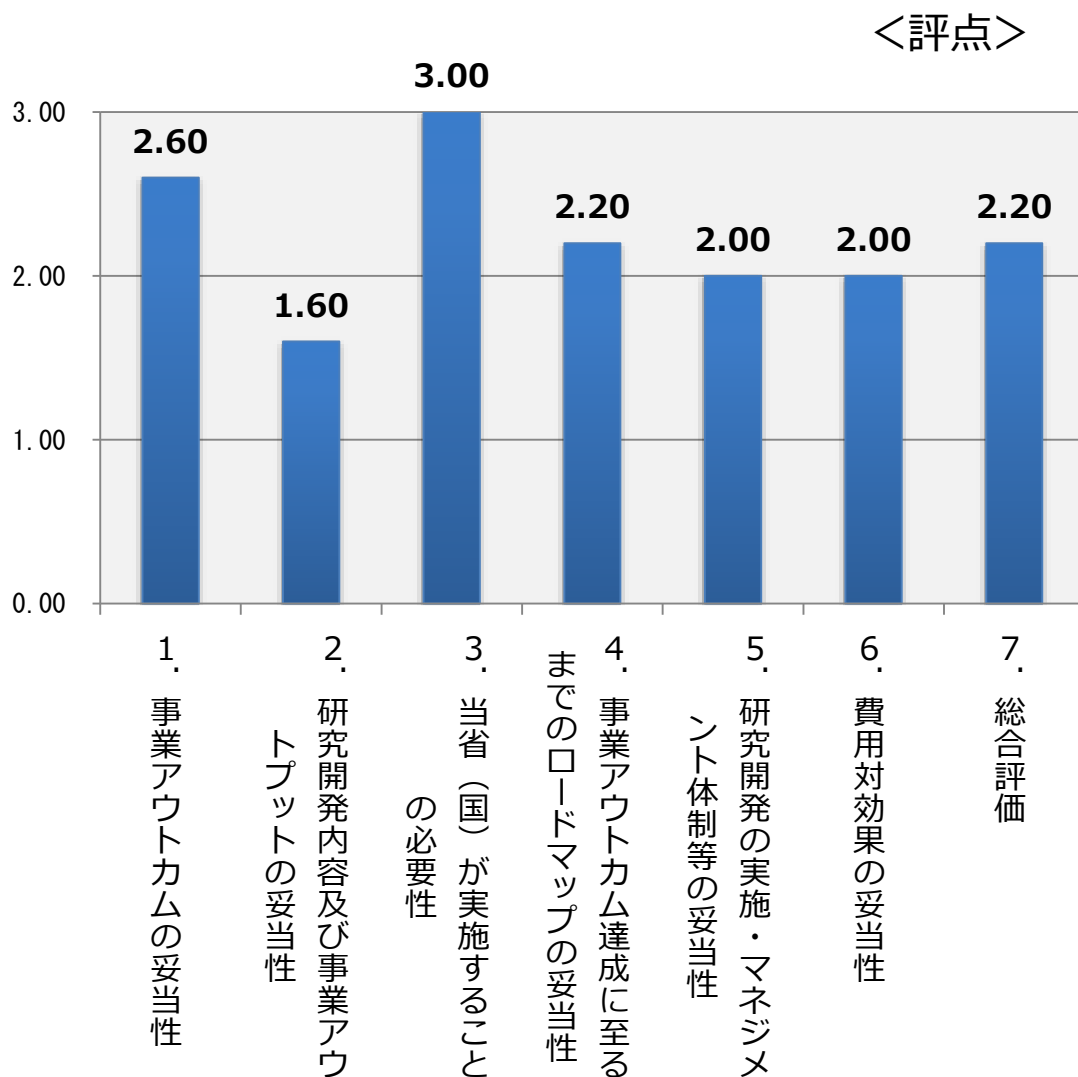
**2. 砂層型メタンハイドレートの研究開発
（フェーズ3終了時）プロジェクト中間評価について**

メタンハイドレートの研究開発にかかる事業の変遷（再掲）



砂層型メタンハイドレートの研究開発 (フェーズ3 終了時) プロジェクト中間評価の評点結果

- 「経済産業省技術評価指針」に基づき、評点法による評価を実施。



【評価項目の判定基準】

評価項目 1. ～ 6.

3 点：極めて妥当

2 点：妥当

1 点：概ね妥当

0 点：妥当でない

評価項目 7. 総合評価

3 点：事業は優れており、より積極的に推進すべきである。

2 点：事業は良好であり、継続すべきである。

1 点：事業は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。

0 点：事業を中止することが望ましい。

外部有識者による中間評価検討会の評価コメント①

1. 事業アウトカムの妥当性

- 本事業は、エネルギー資源を持たない我が国において、メタンハイドレートをエネルギー資源の対象として世界に先駆けて研究開発に取り組むものであり、極めて挑戦的な事業である。
- 事業アウトカムについては、長期ガス生産に必要な技術基盤構築やその生産挙動の一定精度での予測など、研究開発の進ちよくを踏まえて概ね妥当な目標が設定されている。第2回海洋生産試験では、多くのデータが取得され、最終的なアウトカムである商業化に至る道を、着実に歩んでいることは評価できる。
- 一方、第2回海洋産出試験では新たな技術的課題にも遭遇している。今後、粘り強く課題の解決に向けた取組を行った上で、更なる産出等試験を通じて、メタンハイドレート開発への構想を固める必要がある。その過程では、産業界も取り込み、取り組みやすい課題から協調作業を拡大することも必要である。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

- 第2回海洋産出試験の実施は、フェーズ3の中で最も重要な事業アウトプット指標と考えられる。本試験の実施を通じて、一定の成果を上げるとともに、多くのデータや新たな知見を取得できたことは、今後のメタンハイドレートの研究開発において有益だと考えられる。論文発表も多く、同様の事業を進めている他国との比較において、本事業の技術的な優位性は高い。
- 一方、事業アウトプットについて、目標が多岐に渡って設定されているが、本来は優先度の高いものに限定すべきであり、また、なるべく達成・未達成の評価がしやすい定量的な目標を設定すべきである。また、研究開発内容について、第2回海洋産出試験においては、ガスの生産量が想定どおりに安定して増加しなかった等、新たな課題が生じたが、その原因や今後の対策についての検討が不十分である。

外部有識者による中間評価検討会の評価コメント②

3. 当省(国)が実施することの必要性

- 日本近海に存在するメタンハイドレート資源の開発は、国のエネルギー調達に大きな影響を与え得る重要テーマであり、極めて困難かつチャレンジングで巨額の研究開発投資が必要であることから、**民間による推進は困難であり、国が主体となって産業界を巻き込みながら事業を実施する必要がある。**
- 今後も、メタンハイドレート開発の商業化に向けて、**多くの民間企業の参入を促進すべく、今まで以上に情報発信を行うとともに、これまでに培った技術や科学的成果を活用しながら研究開発活動を継続することが望まれる。**

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

- 政府は、エネルギー基本計画や海洋基本計画において、メタンハイドレートの研究開発を主要施策として位置付けており、その方向性は明確で解りやすく、目標設定も適切である。また、研究開発実施者は、経済産業省が策定した**海洋エネルギー・鉱物資源開発計画を基に、より具体的な計画や目標を盛り込んだ実行計画を策定している点は評価**できる。
- 一方、今後も**商業化に向けたプロジェクト開始という目標に向けて、研究開発実施者は、実行計画の改定を検討する必要がある。**その際は、研究開発事業を巡る**外的な環境変化を考慮し、計画の見直しや事業の進ちよくが調整できるようにしても良い**のではないかと考える。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

- MH21研究コンソーシアムは、現在、JOGMECとAISTによって組織されており、4グループによる運営体制の構築や**適格な研究者の参画の上、民間企業の意見や技術も活用しながら研究開発が進められている**ことは評価できる。
- 一方、**研究テーマとその担当グループが複雑に入り組んでおり、責任の所在が不明確**になっている部分も見受けられる。今後は、研究テーマを見直すとともに、**特に解決すべき研究テーマに対して責任をもって取り組む体制を構築すべき**である。

外部有識者による中間評価検討会の評価コメント③

6. 費用対効果の妥当性

- 投入される費用に対し、大きな効果が得られる可能性はあることが示されており、**投入費用に対する成果・効果は妥当**である。
- 一方、現時点で可能な費用対効果の試算は不確定要素が多いことから、**今後、数字の信頼性を高める努力や環境変化を踏まえて試算の見直しが必要**である。

7. 総合評価

- 我が国の次世代エネルギー資源になり得る可能性があるメタンハイドレートに関する研究開発は、我が国にとって喫緊の課題であり、**経済産業省が積極的に研究開発を進める意義は大きい**。
- フェーズ3（平成28年度から30年度まで）の主な取組事項である第2回海洋産出試験においては、第1回海洋産出試験で確認された出砂等の課題を克服するとともに、2坑井で36日間の生産を成功させるなど、研究開発を進めていく上で必要な知見や経験が取得できている。**非常に多くの研究要素があり、高度な水準の目標の達成が求められるため、成果が未達となっている箇所もあるが、着実な前進が図られている**と評価できる。
- 一方、事業アウトプットにおける**目標の設定については、より定量的に示すことが望ましく、設定された目標や達成時期は、時間も含めた累積投入リソースと今後の開発リスクに応じて、随時見直すべき**である。
- また、研究開発マネジメントについては、**研究項目の選択と集中が無く、研究開発活動が発散している**ように見受けられることから、**プロジェクトの方向をより集中させ、責任の所在を明らかにした上で、研究開発を進めるべき**である。さらに、新たに生じる課題に対しては、柔軟かつ迅速に、そして、世界中のリソースを活用できるような取組も必要である。

外部有識者による中間評価検討会の提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 我が国のエネルギー事情を勘案すると、本事業は継続すべきである。ただし、常に適切な計画への見直しが必要である。
- 今後は、先ず第2回海洋産出試験の検証と生産・圧力データの解析を十分に行うとともに、減圧によるメタンハイドレートの熱力学・化学的な解離現象に加え、地層の非均質性や水層の影響などの複合的な現象を考察するため、シミュレーションによる解析を十分に行い、必要なモデルの構築・改良を実施することが望まれる。その上で、商業化に繋げるためには、長期のガス生産実験の実施と開発生産コストを低減するための技術開発が必要である。
- 陸上産出試験を実施するならば、地層の条件が良い場合を選び、1年間程度の安定生産を通じ、商業化できるという事例を世界で最初に示すべきである。その上で、より困難な日本近海での海洋産出試験にチャレンジすることが最終的なアウトカムへの近道である。
- これまで無関係とされていた業界の製品や、ノウハウ、研究成果の取り込みなど、ブレークスルーが期待させるイノベティブな技術アイデアの検討、取組を期待する。
- 今後の計画策定に当たっては、評価がより明確となるよう、可能な範囲で定量的な目標を設定することが望ましい。また、本事業は、多くの課題や研究分野を対象に、同時並行的に研究を進めていくことになるため、優先順位や資源配分の重み付けを考慮する必要がある。

提言に対する対処方針

- エネルギー基本計画や海洋エネルギー・鉱物資源開発計画等を踏まえ、引き続き、将来の商業生産を可能とするための技術開発を推進していく。
- 第2回海洋産出試験を中心としたこれまでの研究成果を総合的に検証し、減圧法を用いた生産技術に関する課題解決策を検討した上で、生産挙動予測に係る技術の信頼性を向上させるための研究開発等を実施していく。海洋における長期生産技術の確立に向けて、生産阻害要因や経済性の改善等に関する技術開発、生産システムの改良等に取り組んでいく。
- 長期生産挙動のデータを得るため、比較的単純な条件の下で、低コストに実現できる陸上での長期産出試験を実施する。陸上産出試験の実施に当たっては、長期生産技術の実証と、産出されるガスの有効利用等についても検討していく。
- 新しい技術の可能性を追求するため、生産性向上やコスト低減などの個別技術課題と民間企業・研究機関等が有する技術の適用性を調査し、有望な技術が発掘された際は研究に取り込んでいく。
- 今後より詳細な計画の策定に当たっては、可能な限り定量的な目標を設定するよう努めるとともに、次の研究ステージに移行できる条件を明確にし、プロジェクト管理を行う。研究開発を効率的に進めるため、研究開発の実施体制やマネジメント体制の見直しを図る。